

Важным значением является то, что система датчиков RFID, предусматривающая длительное время работы в лесу, может быть использована и в различных городских парках, скверах, небольших лесных участках, примыкающих к городу или находящихся непосредственно в нём. Контроль кислорода и углекислого газа в этих местах является даже более важным, чем в лесу, находящемся за несколько десятков, сотен километров от города, а парки, лесополосы и т.д. находятся в непосредственной близости городской среды (особенно это ощущается в крупных мегаполисах).

Библиографический список

1. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Лакомкин В.Ю. Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO₂): учеб. пособие. СПб.: СПбГТУРП, 2014. 52 с.
2. Атрохин В.Г., Кузнецов Г.В. Лесоводство. М.: Агропромиздат, 1989. 398 с.
3. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов / Н.П. Анучин. – 5-е изд., доп. – М.: Лесная промышленность, 1982 – 552с.
4. Метод радиочастотного мониторинга лесного фонда / С.П. Санников, В.В. Побединский, И.В. Бородулин, А.А. Побединский // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 45-54.

УДК 630.52:587/588

Бак. А.Ю. Нохрин
Рук. С.П. Санников
УГЛТУ, Екатеринбург

СБОР ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ RFID МЕТОК

Для мониторинга древостоев и состояния лесного пространства в последнее время все чаще учеными предлагается использование автономных датчиков. На кафедре автоматизации производственных процессов УГЛТУ выполнено несколько научных работ и получены соответствующие патенты.

В данной статье рассматриваются проблемы сбора данных с использованием сети автономных RFID-меток. Ранее было установлено, что при организации беспроводной сети RFID-меток лучше всего применять известный стандарт IEEE 802.15.4 с протоколом обмена ZigBee. Сенсоры RFID-меток рассчитаны на выполнение определенной функции: измерение

таксационных параметров дерева, измерение влажности воздуха в лесу или температуры, измерение концентрации газов CO, NO или дыма (рис. 1) [1].

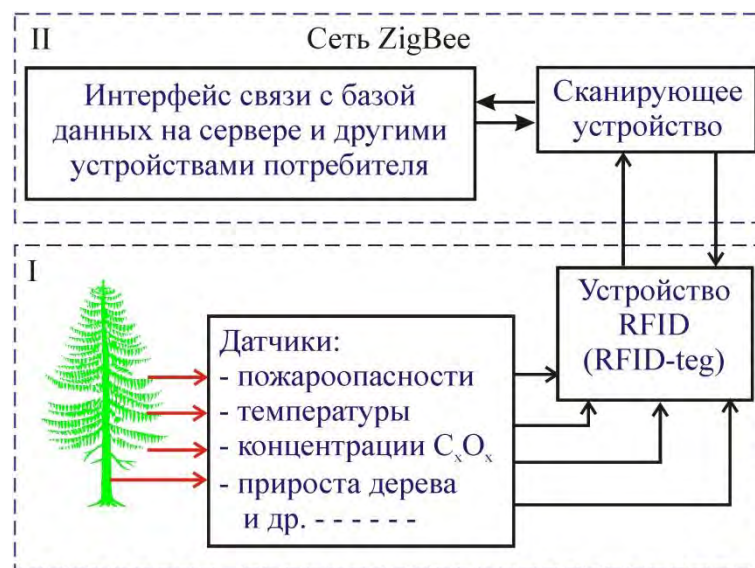


Рис. 1. Структурная схема RFID-системы сбора данных состояния леса

Проведенный анализ опубликованных работ показал, что для сбора данных необходимы устройства с самоорганизующейся системой каналов связи. Такую систему назвали «синергетическая сеть беспроводных автономных датчиков». Базовые методы построения и параметры функционирования беспроводных сенсорных сетей, следующие: гомогенные или гетерогенные в зависимости от типа узлов, из которых они строятся. В общем случае, в гетерогенной сети все или часть узлов сети могут быть подвижными, иметь различные скоростные характеристики, стандарты связи физического и канального уровней [2]. Стандарт ZigBee в России предусматривает частотные каналы в диапазонах 868 МГц и 2,4 ГГц, а также возможность использовать на частоте 5,8 ГГц. Эффективная скорости передачи данных и наивысшая помехоустойчивость достигаются на частоте 2,4 ГГц. Скорость передачи данных составляет 250 кбит/с. Радиус действия составляет от 10 до 200 м.

В мире множество производителей, которые изготавливают законченные модули под этот стандарт. Как правило, используют микроконтроллеры, построенные на ядре Cortex-M3 + ВЧ-приемопередатчик, работающий на частоте 2,4 ГГц.

Основной причиной потери связности в сети между отдельными RFID-метками являются помехи, создаваемые внешними условиями, это: дождь, температура, ветер, источники электропитания. От этого снижается радиус взаимодействия между RFID-метками. Модель взаимодействия сети от случайного события, показано на рис. 2.

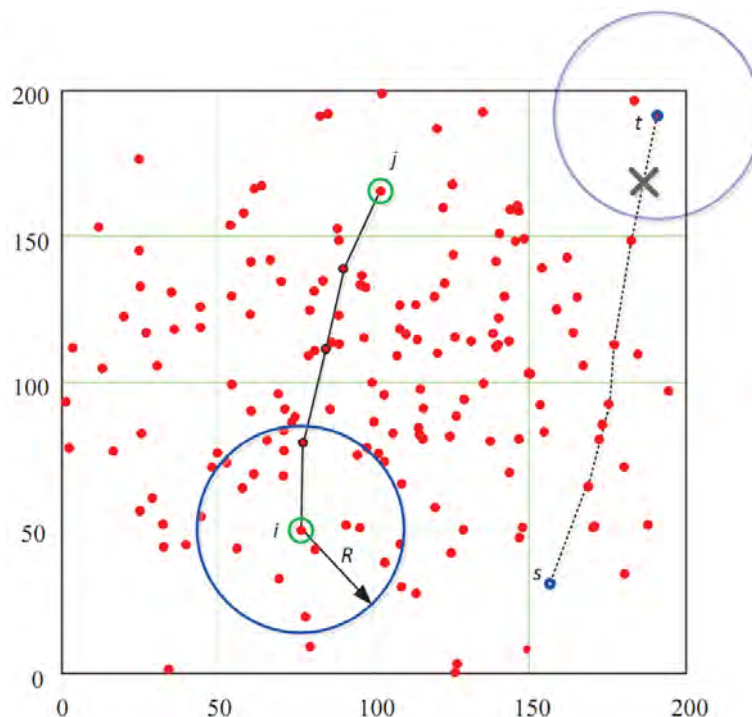


Рис. 2. Модель сети с радиусом связи узла R

Из рисунка видно, что канал связи проходит через равномерно-распределенные узлы. Этот оптимальный вариант организации информационной сети показывает, что связность сети характеризует возможность доставки данных от узла источника к получателю. Связность одного n -го узла может быть описана выражением $p_n = 1 - e^{-\rho \pi R^2}$. Количество узлов в сети ограничено технической возможностью маршрутизатора. Так при использовании микроконтроллера EM357 [3] на вышеуказанном ядре может быть одновременно обработано 250 RFID-меток. Микроконтроллер с номером 357 выпускается множеством фирм [4].

Модель, показанная на рис. 2, образует пуассоновское поле, область которого ограничена стороной 200 м, а узлы с RFID-меток представляют гауссово поле с радиусом R . Тогда удобно рассматривать связанность как

$$p = \frac{E(R)}{n}, \quad (1)$$

где $E(R)$ – математическое ожидание числа смежных узлов, находящихся на расстоянии R от рассматриваемого узла.

Тогда получим

$$E(R) = \rho \cdot s_R = \rho \pi R^2, \quad (2)$$

где ρ – плотность узлов в сети, $\rho = n/s$ [узлов/м²];
 s_R – площадь круга радиусом R , $s_R = \pi R^2$ [м²].

Таким образом установлено, что случайный характер распределения узлов беспроводной самоорганизующейся информационной сети по территории и случайный характер свойств радиоканалов между узлами позволяют использовать в качестве модели сети.

С помощью имитационного моделирования показано, что неравномерная дисперсность распределения узлов по территории не влияет на устойчивость работы.

Получено выражение, позволяющее оценить связность сети при равномерной плотности узлов, исходя из таких параметров число узлов, радиус связи узла и дисперсии распределения узлов по территории.

Библиографический список

1. Моделирование системы мониторинга перемещения лесосырьевых потоков и пожаров на основе синергетической сети RFID-датчиков / С.П. Санников, Э.Ф. Герц, В.В. Шипилов, П.А. Серков. // Лесной вестник. 2014. Вып. 2-С. С. 104-111.
2. Кучерявый Е.А., Молчан С.А., Кондратьев В.В. Принципы построения сенсоров и сенсорных сетей // Электросвязь. 2006. № 6. С. 10–15.
3. EM357 Datasheet. Ember Corporation. URL: http://www.cel.com/pdf/datasheets/MeshConnect_EM357_Mini_Modules_DS.pdf (дата обращения 02.11.2019г.).
4. Петриго, В. Беспроводные сети ZigBee. Ч. 2. Работа с радиомодулями ETRX35X. URL: <https://habr.com/ru/company/efo/blog/306062/> (дата обращения 02.11.2019).

УДК 630.52:587/588

Бак. И.А. Почётный
Рук. С.П. Санников
УГЛТУ, Екатеринбург

КОНТРОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ИОНИЗАЦИИ ВОЗДУХА

Лесной пожар является непоправимым стихийным бедствием, несущим огромные денежные и трудозатратные последствия при восстановлении. Также пожары вызывают одни из самых тяжелых последствий для человеческого организма, так как углекислый газ и другие неблагоприятные химические вещества, появляющиеся в ходе горения, способны нанести непоправимый вред здоровью человека. Именно поэтому исследование